

片肺障害における片肺Positive End Expiratory Pressure(終末呼気陽圧)時の肺血流量の変動に関する研究

著者	佐藤 大三
号	959
発行年	1986
URL	http://hdl.handle.net/10097/19803

論文内容要旨

左右の肺を別々に換気する分離肺換気は、肺病変が主に一侧に局限している場合、あるいは病側肺の時定数が他側と著しく異なる場合に有効と考えられる。従来の分離肺換気の報告は、シャント率の改善や心機能への影響の軽減など生理的なパラメーターの検索を行ったものが多く、換気条件を変えて左右肺の血流の変化を実測したものは極めて少ない。今回われわれは、成犬12頭にオレイン酸による一側肺肺水腫を作成し、分離肺換気を行い、換気条件を変化させ、左右肺血流量の変動と呼吸系の各種パラメーターの変化を測定し検討した。犬にペントバルビタールを静脈内投与後、経口挿管下に人工呼吸を行い、仰臥位に固定した。胸骨正中切開を行い、大動脈起始部と右肺動脈に電磁血流計プローベを装着し、前者で心拍出量を後者で右肺血流量を連続的に測定した。なお左肺動脈血流量は心拍出量から右肺血流量を減じた。次に気管切開を行い、double lumen tube を気管切開口より挿管した。まず、一台の人工呼吸器で調節呼吸を行い、呼吸、循環系の各パラメーターが安定したところでコントロールとした。次に左肺動脈に留置したスワングアンツカテテルよりオレイン酸 0.01 ml/kg を注入した。オレイン酸注入後、 PaO_2 低下、 PaCO_2 上昇がみられた。 PaO_2 が一定傾向をもつ2時間後に PaCO_2 を 30-40 mmHg に保つよう分時換気量を調節し、これを両肺換気 F_1 とした。このときシャント率の増加、 PaO_2 の低下、病側左肺の一回換気量の減少、左肺肺胸郭コンプライアンスの低下などが認められた。コントロール値に比べ心拍出量は30%、病側左肺の血流量は40%減少した。またコントロール値では右肺血流量と左肺血流量の比は5:5であったが、6:4となり相対的に健側右肺の血流量の割合が増加した。左肺では肺泡低換気による hypoxic pulmonary vasoconstriction や肺水腫による肺毛細管への直接の圧迫により肺血管抵抗が上昇し、右肺では肺水腫の生じた左肺低換気の代償として肺の過膨張がおり、肺血管抵抗が上昇したと考えられる。両側肺の肺血管抵抗が上昇した結果心拍出量が低下したものと考えられる。オレイン酸により左肺に肺水腫が生じたため換気や血流が健側にシフトするといった代償機転にも拘らず、シャント率が増加し、 PaO_2 が低下したものと考えられる。次に2台の人工呼吸器を用いて左右肺を別々に換気した。一回換気量は左右同量とし、左右肺換気量の和と換気回数は両肺換気 F_1 と同じにして、左右別同量換気とした。肺血流量の分布、 PaO_2 、肺血管抵抗、シャント率は F_1 と比べて大きな変化はなかった。 PaO_2 やシャント率の変化がみられなかったのは、この換気量で生じる気道内圧では閉塞された気道や肺泡を再開させるには不十分であったためと考えられる。次に換気条件を同じにしたまま、病側左肺だけ選択的に PEEP 10 cmH₂O をかけて左右別換気を行い30分後に同じ測定をし、これを左肺 PEEP 10 cmH₂O とした。左右別同量換気に比べ左肺血流量は44%減少し、心拍出量

も22%減少した。シャント率は28%から18%に減少し、 PaO_2 は124 mmHg から 270 mmHg へと上昇した。このガス交換能の改善の原因として、PEEPによる機能的残気量増加に伴う肺換気と毛細管のガス交換能の改善、健側右肺への肺血流量のシフト、心拍出量の減少による肺内血流分布の変化の3点が考えられた。再び人工呼吸器を一台にして両肺換気 F_2 とした。両肺換気 F_1 と比べて、肺血流量の分布、シャント率、 PaO_2 、肺胸郭コンプライアンスがほぼ等しいことから、 F_2 の時点と F_1 の時点での左肺の病変の程度はほぼ同じと推測した。次に両肺換気 F_2 の換気条件を同じにしたまま、左右肺にPEEP 10 cmH₂Oを附加し、両肺PEEP 10 cmH₂Oとした。最も大きな変化として、健側右肺の肺血流量が両肺換気 F_2 と比べて32%、心拍出量は19%減少し、シャント率は24%から9%に減少した。 PaO_2 は136 mmHg から 432 mmHg に上昇した。肺から組織に運ばれる酸素量を示す O_2 fluxを比較すると、両肺PEEP 10 cmH₂Oと病側左肺PEEP 10 cmH₂Oとはほぼ同じ値を示した。両肺PEEP 10 cmH₂Oでは心拍出量の著明な低下、健側肺の過膨張による圧損傷の危険があることを考えると、両側肺にPEEPをかけることは、生体に有利な結果をもたらすものとは考えられない。結果、1. 一側肺にオレイン酸で肺水腫をつくると肺血流量と換気量は健側にシフトし、 PaO_2 は有意に低下した。2. 病側のみのPEEPと両肺PEEPはともに PaO_2 を上昇させたが、両肺PEEPの方がより上昇させた。3. 酸素運搬量は両者共同じであり、両肺PEEPが心拍出量の減少傾向が大きく、健側肺の圧損傷の危険が多いことから、病側肺のみのPEEPの方が臨床的に優れているものとする。

審 査 結 果 の 要 旨

病変が一側肺に局限して存在する場合、左右肺に等しく人工呼吸を行うと、換気は健側肺により多く分布し肺のガス交換機能はむしろ障害されることもある。すなわち健側肺が過剰に膨張するために、健側肺の呼吸死腔は増加し、血管抵抗の上昇のために血流は健側肺から患側肺へシフトして肺内シャントが増加することが考えられる。このような換気と血流の不均等分布の増悪は、PEEP（呼吸終末陽圧）を併用した持続陽圧換気（CPPV）ではさらに著明になると思われる。

こうした病態に対して、左右の肺を別々にそれぞれに応じた換気をすればより合理的かつ効果的な人工呼吸ができることになる。このような考えからこれまで左右別肺換気に関するいくつかの実験的あるいは臨床的な研究が行われているが、左右肺の血流分布の変化について実測した報告はほとんど見当たらない。

本研究は犬の一側肺（左肺）に実験的肺水腫を作成し、換気法を変えて左右別肺換気を行い血流分布の変化を中心に観察を行ったものである。

左肺に肺水腫を作ると左肺の血流分布は有意に減したが、これは低酸素による肺血管収縮の結果であろう。

この状態に対して病側肺のみに PEEP をかけると、病側の肺血流は著明に減少し心拍出量の減少も比較的軽度だった。しかし両肺 PEEP では著しく心拍出量が減少し、左肺血流量は病側肺のみに PEEP をかけた場合に比べると著しく増加した。このことは肺循環の面からみると病側肺への選択的 PEEP が確かに合理的な換気方法であることを示唆するデータと思われる。ただ PaO_2 の変化がこれに相応しなかったがこれは両側開胸の実験動物で健側肺に存在していたと思われる肺虚脱が、両側 PEEP で改善されたためと思われる。

最近臨床的にしばしば用いられるようになった左右別肺換気について、肺血流分布の変化を実測した報告はほとんどなく、また病側肺 PEEP の有用性を血流変化から明らかにした点で、本研究は学位授与に値するものと思われる。